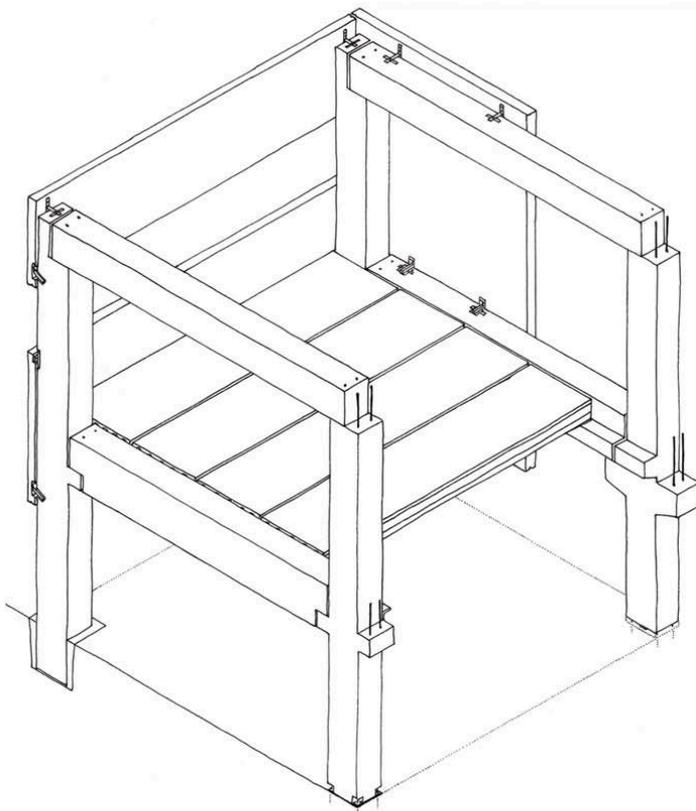
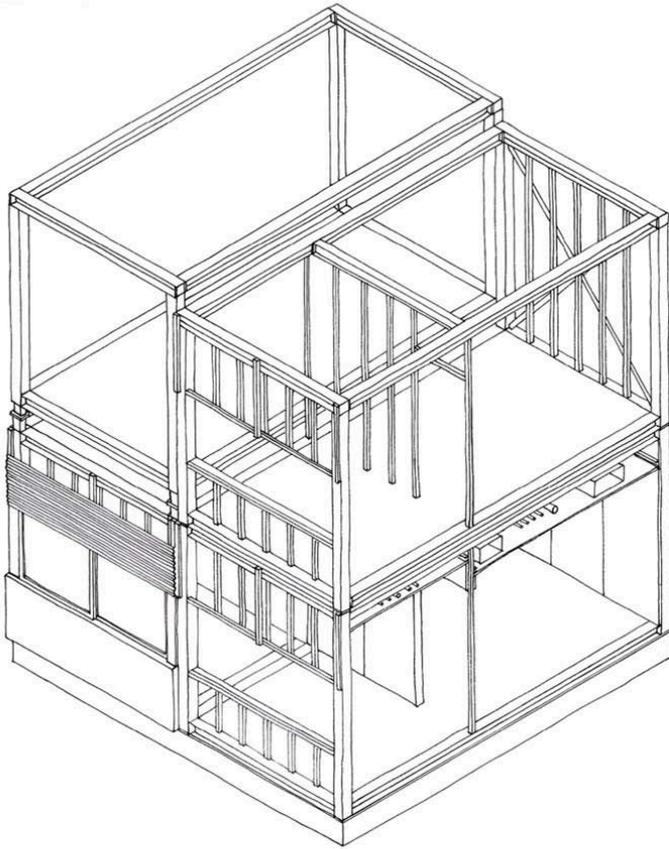


ARQUITECTURA ESCOLAR PREFABRICADA EN CATALUNYA

PRESENTACIÓN DE LA TESIS Y OTROS DOCUMENTOS



INTRODUCCIÓN

Esta publicación recoge los documentos más interesantes que conforman la tesis “Arquitectura escolar prefabricada en Cataluña”, que elaboró el Doctor Arquitecto Oriol Pons Valladares. Esta tesis estudió 138 conjuntos escolares prefabricados desde 1970 a 2006, y situados en el territorio catalán. Esta tesis es del programa de doctorado “Construcción, Restauración y Rehabilitación Arquitectónicas” del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I. El director de tesis es el Doctor Arquitecto Josep Maria González Barroso.

Los documentos que se recogen a continuación son: la presentación de la lectura de la tesis en formato papel y los resúmenes de la tesis. La presentación de la lectura de la tesis explica de forma sintética los contenidos principales de la investigación. Esta lectura se hizo el 2 de marzo de 2009 en la Etsab, UPC, Barcelona. El tribunal de la tesis estaba formado por el Dr. Jaume Avellaneda Díaz-Grande, el Dr. Joan Lluís Zamora Mestre, el Dr. Felip Pich-Aguilera Baurier, el Dr. Julián Salas Serrano, y el Dr. Rufino Javier Hernández Minguillón. Este tribunal, por unanimidad, valoró la tesis con un Excelente Cum Laude.

La tesis completa está en formato digital en el enlace “<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0219109-114725>”. La tesis está formada por tres volúmenes: el primer contiene el análisis y conclusiones, y el segundo y tercer volumen tienen información complementaria, como las fichas de la catalogación de la muestra y los documentos consultados. En 2010 me han publicado varios artículos relacionados con esta investigación. En la revista “PCI Journal” el artículo “Precast concrete school buildings the future in Spain”, que se puede consultar en formato digital en el enlace “http://www.pci.org/view_file.cfm?file=JL-11-WINTER-4.PDF”. En la revista “Informes de la construcción” el artículo “Evolución de las tecnologías de prefabricación aplicadas a la arquitectura escolar”, que se puede consultar en digital a “<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1215/1300>”. Y en la revista “Detail” número 3 del 2010 el artículo “Una nueva etapa en la construcción industrializada de escuelas”.

PRESENTACIÓN DE LA TESIS

Introducción

Objeto de estudio

“... EDIFICIOS ESCOLARES PÚBLICOS DE INFANTIL Y PRIMARIA CONSTRUIDOS CON SISTEMAS PREFABRICADOS EN CATALUNYA DE 1970 A 2006...”

C.E.I.P.

+

- Los edificios escolares que forman parte de un C.E.I.P. o que fueron concebidos en los últimos treinta años para la educación infantil y primaria.

PÚBLICO

- De promoción pública:

+

- 1970-1983 Ministerio de Educación y Ciencia (M.E.C.) y ayuntamientos.

PREFABRICADO

- 1984-2006 Generalitat de Catalunya.

+

- Construidos con industrias y sistemas:

- prefabricados.

CATALUNYA

- que resuelven la mayor parte del edificio, como mínimo estructura y cerramiento de fachada.

+

- Emplazados en solares situados en Catalunya.

1970 - 2006

- Construidos en los últimos treinta años:

-Etapa 1: 1970 – 1983

-Etapa 2: 2002 – 2006

Objetivos

Objetivos principales.

- Corroborar la validez de las tres hipótesis iniciales.
- Determinar qué futuro tendrá la tecnología prefabricada contemporánea en la arquitectura escolar.
- Definir unas recomendaciones para la nueva arquitectura escolar construida con sistemas industrializados.

Objetivos secundarios.

- Establecer una metodología de análisis, para estudiar y evaluar la arquitectura escolar construida con sistemas constructivos prefabricados.
- Contribuir a catalogar el conjunto de toda la arquitectura escolar construida con sistemas prefabricados.

Metodología

- **Introducción histórica a la arquitectura escolar prefabricada de Catalunya**
- **Catalogación y análisis** → **Conclusiones parciales**
 - 138 escuelas de la muestra.
 - 12 sistemas constructivos prefabricados.
 - 12 escuelas más significativas.
- **Conclusiones**
 - Conclusiones de la investigación.
 - Recomendaciones para la construcción de nuevos centros.



Introducción histórica

Estudio de la prefabricación escolar, la política docente, la situación económica y política.

Período anterior a 1970	→	Anecdótica prefabricación de escuelas en un país subdesarrollado.
Período de 1970 a 1983	→	Primera etapa de prefabricación combinada con proyectos tipo y concursos de lotes de escuelas.
Período de 1984 a 2001	→	Se abandona la prefabricación coincidiendo con un cambio de competencias, una grave crisis económica y un número de escuelas suficiente.
Período de 2002 a 2006	→	Segunda etapa de prefabricación justificada por una nueva y grave carencia de plazas escolares.

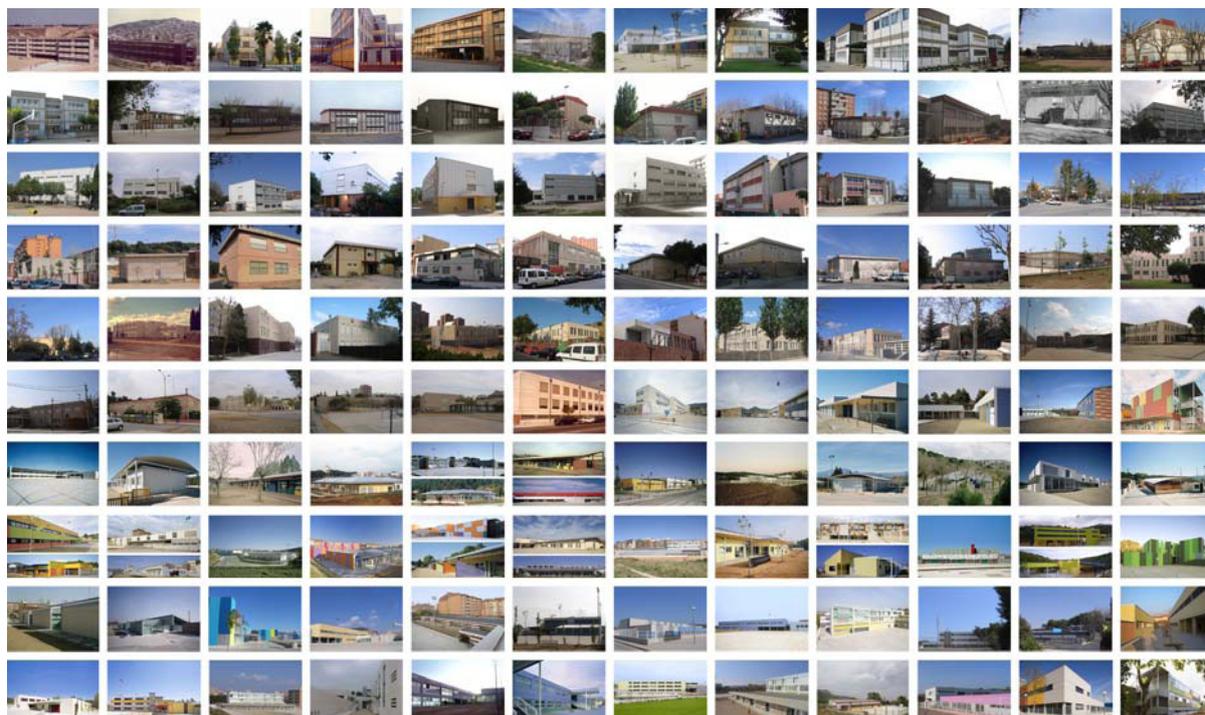
Ha habido 2 períodos de prefabricación de escuelas – de 1970 a 1983 y desde 2002 - en los cuales han coincidido:

- Coste elevado de la mano de obra en relación al coste de las materias primas.
- Grave carencia de plazas escolares.
- Administración promotora intervencionista.
- Industrias capaces y disponibles.

Ha habido 2 períodos casi sin prefabricación – antes de 1970 y de 1984 a 2001 – en los cuales han coincidido:

- Dificultades o crisis económicas.
- Aumento de la mano de obra y de empresas constructoras disponibles sin trabajo.
- Rechazo social hacia la prefabricación de centros.
- Desconocimiento y desconfianza del sector de la construcción hacia los prefabricados.

Catalogación de las escuelas de la muestra

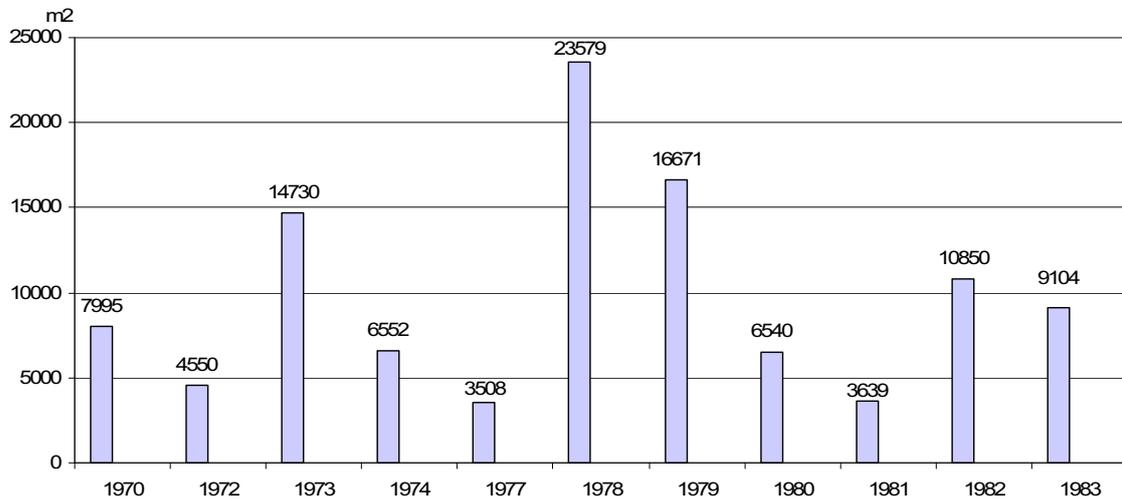


Ejemplo de una de las 138 fichas, escuela construida con el “8.10. Sistema de pórticos, placas de forjado y paneles autoportantes de hormigón prefabricado”.

242ab	CEIP Les Roques Blaves.	E. López Martínez y M. I. Lastres Trujillo.
AÑO		
2005		
SUPERFICIE CONSTRUIDA		
3300,7 m²		
PROGRAMA		
C.E.I.P. de 2 líneas.		
PROMOTORA		
Gisa y D. E.		
CONSTRUCTORA		
Vicsan-Torredembarra.		
EMPRESA FABRICANTE		
Prefabricats Pujol.		
SITUACIÓN	C. dels Pararaires s/n, Esparreguera, Baix Llobregat.	
VOLUMETRIA	Tres volúmenes paralelepípedos, uno para el área de infantil de una planta, otro con el área de primaria de dos plantas, y el gimnasio. Tiene planta en forma de H.	
SISTEMA	Sistema de pórticos, placas de forjado y paneles autoportantes de hormigón prefabricado.	
PARTE PREFABRICADA	Pilares, vigas, placas de forjado y paneles autoportantes de fachada.	
PARTE MONTADA	Estructura y cerramiento de fachada.	

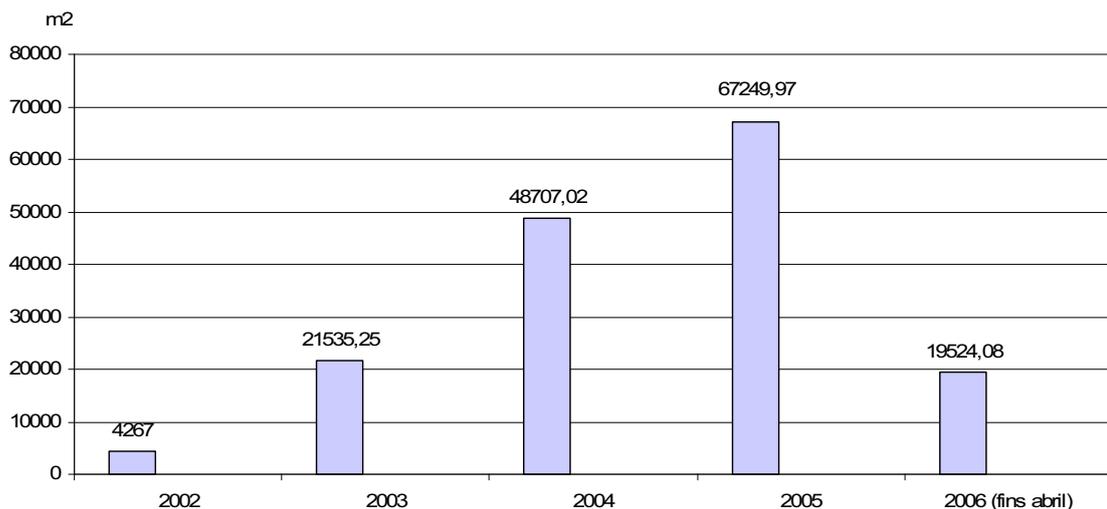
Conclusiones parciales

Estos 138 conjuntos escolares se han construido en 2 períodos. En la primera etapa, de 1970 a 1983, se han construido 68 centros que suman 107.718 m².



Superficie docente prefabricada durante la primera etapa

En la segunda etapa, de 2002 a 2006, se han construido 70 conjuntos escolares, que suman 161.283 m².



Superficie docente prefabricada durante la segunda etapa

Catologación de los 12 sistemas constructivos prefabricados



8.01. Sistema de estructura metálica modularizada y cerramiento por componentes.



8.04. Sistema de estructura de módulos metálicos de medidas prefijadas y cerramiento.



8.07. Sistema de muros portantes tricapa, pórticos y placas de forjado de hormigón prefabricado.



8.10. Sistema de pórticos, placas de forjado y paneles autoportantes de hormigón prefabricado.



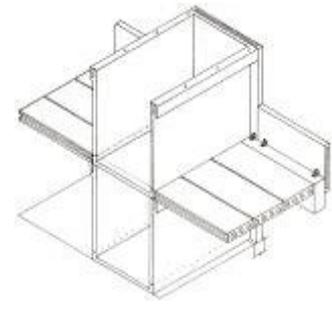
8.02. Sistema de estructura metálica modularizada y cerramiento de paneles de hormigón.



8.05. Sistema de estructura de módulos metálicos plegables y cerramiento.



8.08. Sistema de muros portantes tricapa y placas de forjado de hormigón prefabricado.



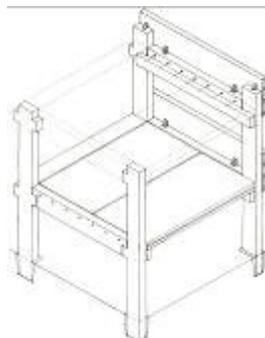
8.11. Sistema de módulos portantes, placas de forjado y paneles de hormigón prefabricado.



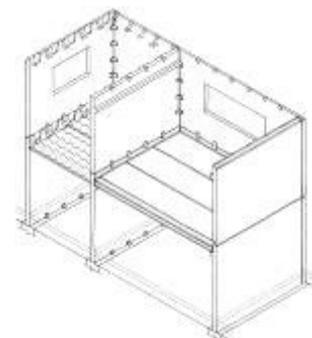
8.03. Sistema de estructura metálica modularizada y cerramiento de paneles sándwich.



8.06. Sistema de estructura de módulos metálicos de medidas abiertas y cerramiento.

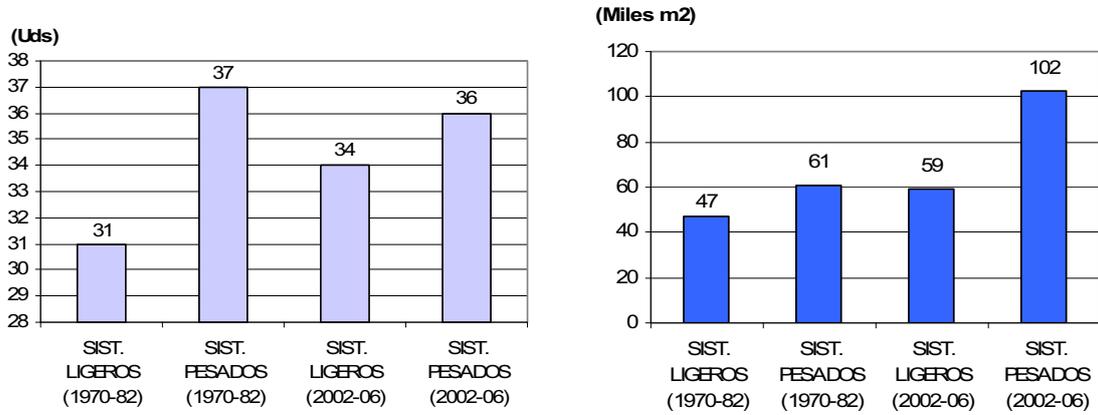


8.09. Sistema de pórticos, placas de forjado y de fachada de hormigón prefabricado.

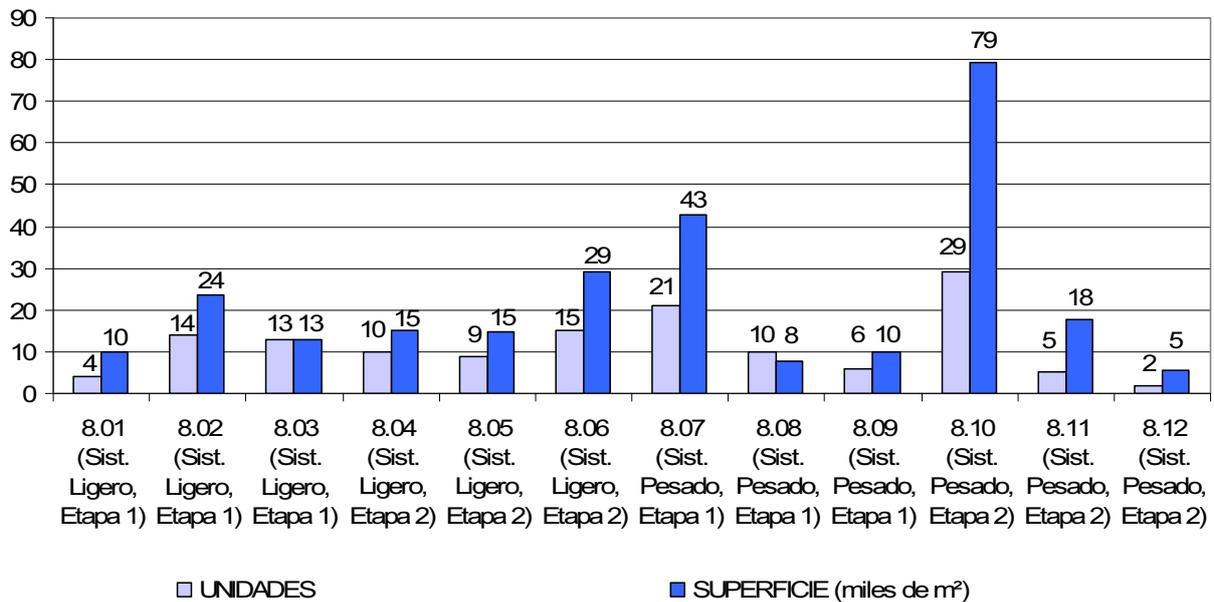


8.12. Sistema de muros portantes macizos y placas de forjado de hormigón prefabricado.

El uso de los sistemas prefabricados



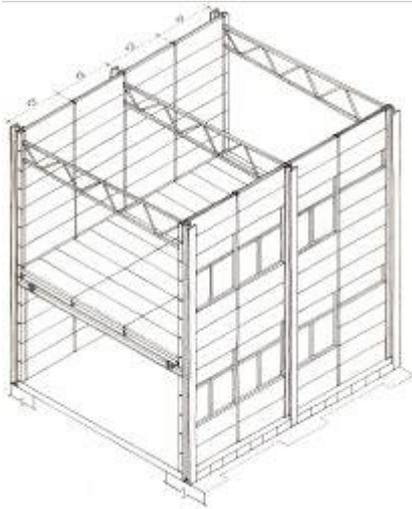
Unidades y superficie prefabricadas con sistemas ligeros y pesados



Unidades y superficie prefabricadas con los 12 sistemas de la muestra

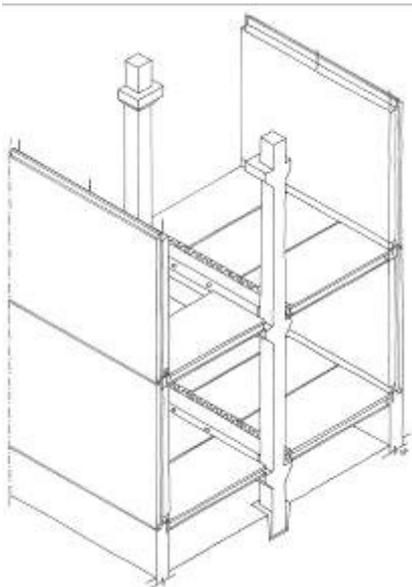
8.02. Sistema de estructura metálica modulada y fachada de paneles de hormigón

Era un sistema ligero, con estructura mixta y cerramiento de paneles de hormigón con fibras. La estructura era hiperestática y de pórticos, con pilares y jácenas de perfiles normalizados, y forjados de placas de hormigón armado con fibras.



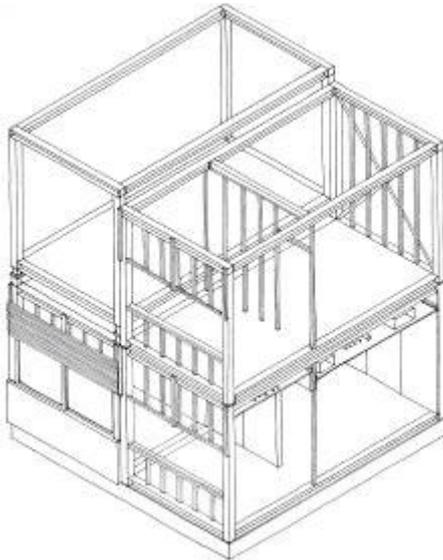
8.07. Sistema de muros portantes tricapa, pórticos y forjado de hormigón prefabricado

Era un sistema pesado, con estructura y cerramientos prefabricados de hormigón armado. La estructura era isostática y de muros portantes y pórticos, con paneles, pilares, jácenas y placas prefabricadas de hormigón armado. La fachada era de muros portantes o de arriostramiento, que eran prefabricados de hormigón armado.



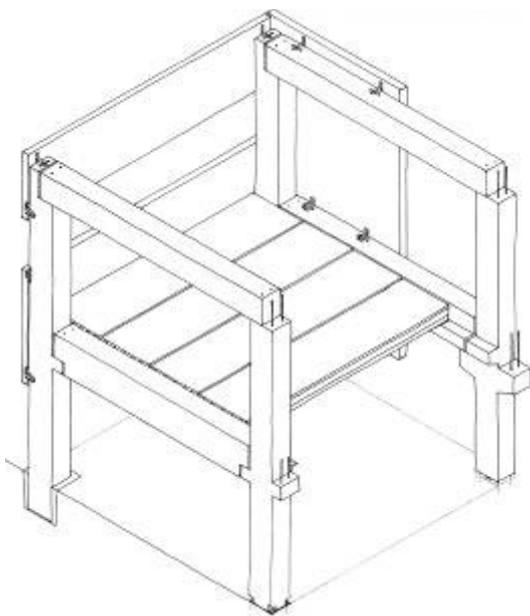
8.06. Sistema de estructura de módulos metálicos de medidas abiertas y componentes

Es un sistema ligero, con estructura mixta y cerramiento por componentes variables. En la industria se fabrican módulos completamente acabados con pilares y jácenas tubulares y forjados mixtos. Durante el montaje se unen estos módulos en planta y alzado.

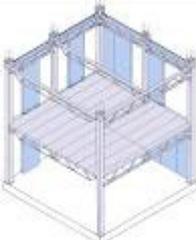
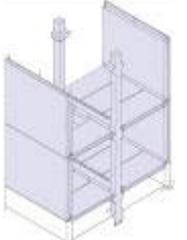
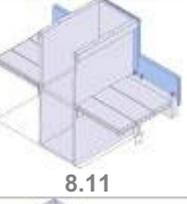


8.10. Sistema de pórticos, placas de forjado y paneles de hormigón prefabricado

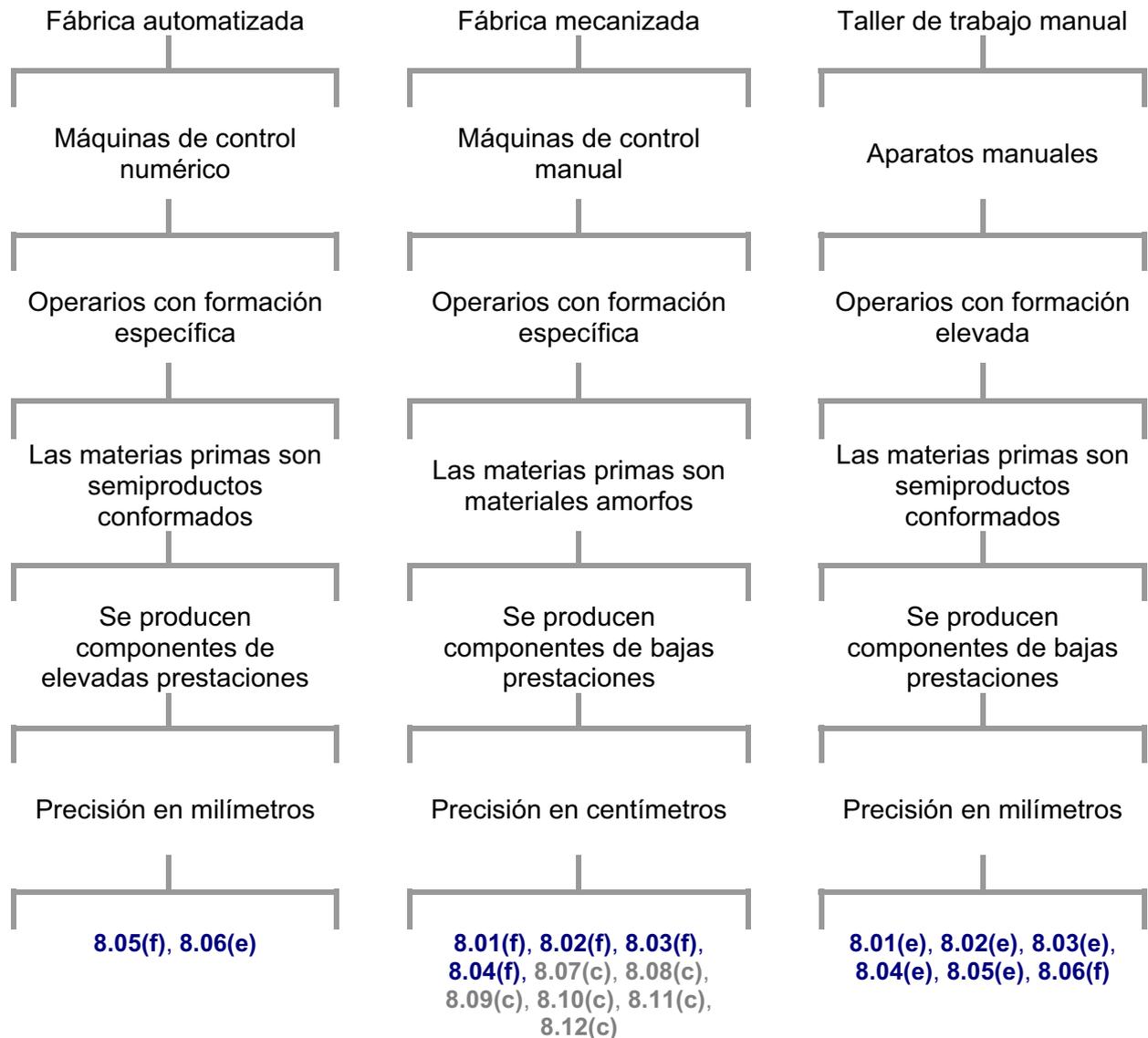
Es un sistema pesado de hormigón prefabricado. En la industria se fabrica la estructura - pilares armados, jácenas y placas armadas o pretensadas - y el cerramiento exterior de la fachada - paneles autoportantes homogéneos. En la obra se monta la estructura y la parte exterior de la fachada y la resta del edificio se construye a pie de obra.



LAS 12 INDÚSTRIAS

<p>Inicio de 1952 a 1980</p> <p>8.01, 8.02, 8.03, 8.04, 8.07, 8.08, 8.09</p>	<p>Inicio de 1981 a 2004</p> <p>8.05, 8.06, 8.10, 8.11, 8.12</p>	 <p>8.01</p>	 <p>8.07</p>
<p>Duración de 4 a 20 años</p> <p>8.01, 8.03, 8.06, 8.07, 8.08, 8.11, 8.12</p>	<p>Duración de 21 a 36 años</p> <p>8.02, 8.04, 8.05, 8.09, 8.10</p>	 <p>8.02</p>	 <p>8.08</p>
<p>Sólo tienen un centro de producción</p> <p>8.01, 8.02, 8.03, 8.04, 8.05, 8.06, 8.09, 8.11, 8.12</p>	<p>Tienen más de un centro de producción</p> <p>8.07, 8.08, 8.10</p>	 <p>8.03</p>	 <p>8.09</p>
<p>De 22 a 500 km de la área de Barcelona</p> <p>8.01, 8.02, 8.07, 8.08, 8.09, 8.10, 8.11</p>	<p>De 501 a 1032 km de la área de Barcelona</p> <p>8.03, 8.04, 8.05, 8.06, 8.12</p>	 <p>8.04</p>	 <p>8.10</p>
<p>Tienen oficina técnica propia</p> <p>8.01, 8.03, 8.04, 8.05, 8.06, 8.07, 8.08, 8.09, 8.10, 8.11, 8.12</p>	<p>Tienen oficina técnica exterior</p> <p>8.02</p>	 <p>8.05</p>	 <p>8.11</p>
<p>Documento técnico o comercial público</p> <p>8.01, 8.02, 8.03, 8.08, 8.09, 8.10, 8.12</p>	<p>Sólo información interna confidencial</p> <p>8.04, 8.05, 8.06, 8.07, 8.11</p>	 <p>8.06</p>	 <p>8.12</p>
<p>Tiempo de diseño industrial: 1 a 2 meses</p> <p>8.04, 8.05, 8.06, 8.10, 8.11, 8.12</p>	<p>Tiempo de diseño industrial: 3 a 4 meses</p> <p>8.01, 8.02, 8.03, 8.07, 8.08, 8.09</p>		

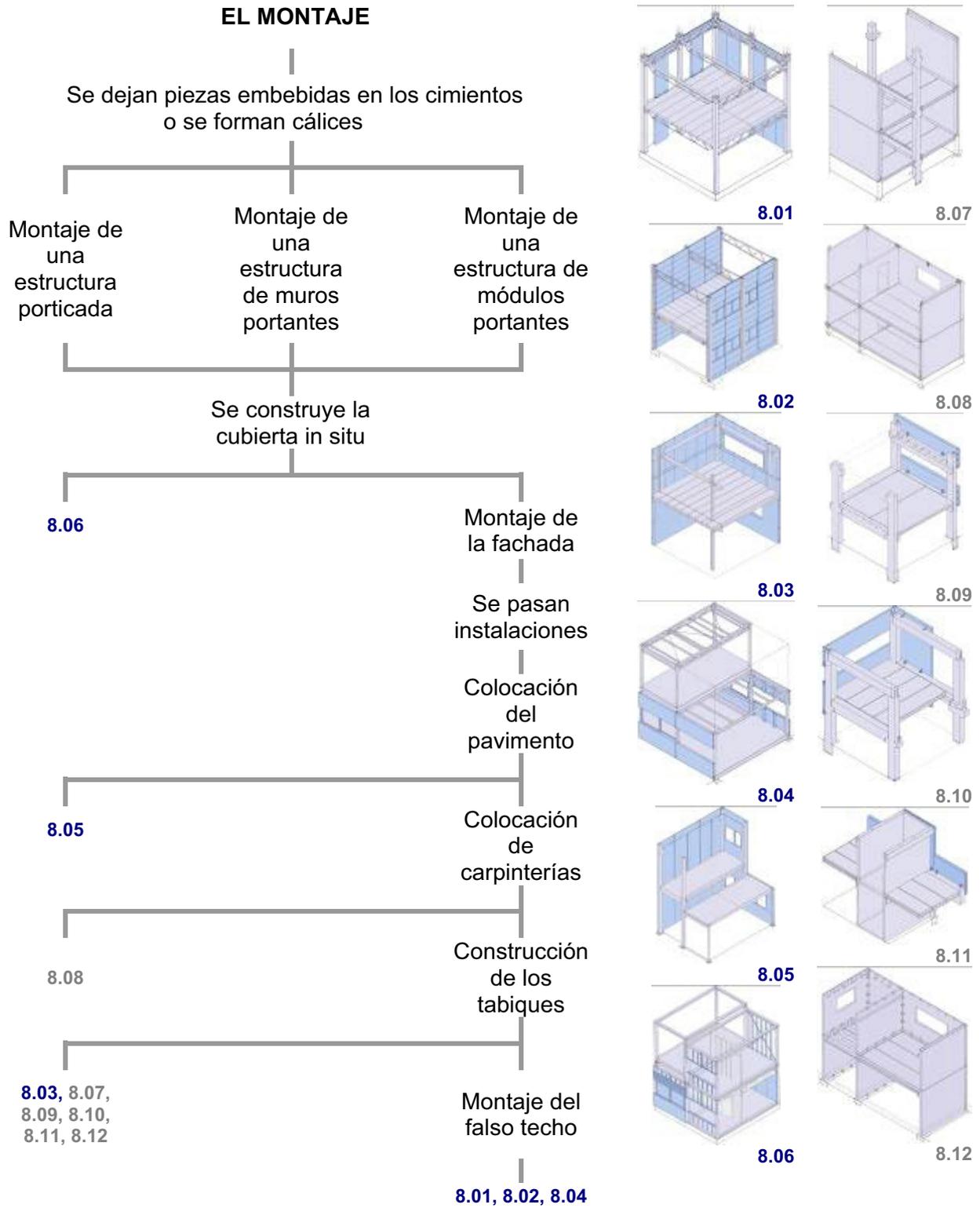
LA FABRICACIÓN



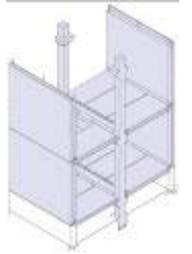
(c) Sistema completo, es decir la fabricación de la estructura y el cerramiento de fachada del sistema.

(e) Fabricación de la parte estructural del sistema.

(f) Fabricación de la parte exterior de la fachada.




8.01



8.07



8.02



8.08



8.03



8.09



8.04



8.10



8.05



8.11



8.06



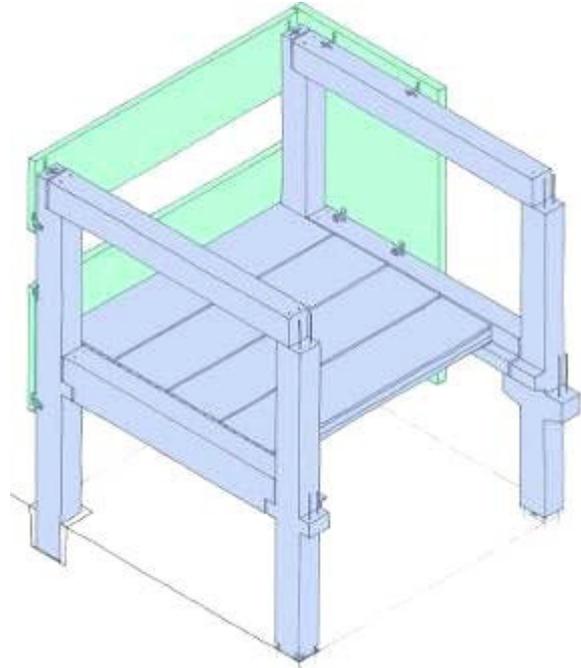
8.12

Conclusiones parciales

Todos los sistemas resuelven en parte los parámetros estudiados. Los más destacados son:

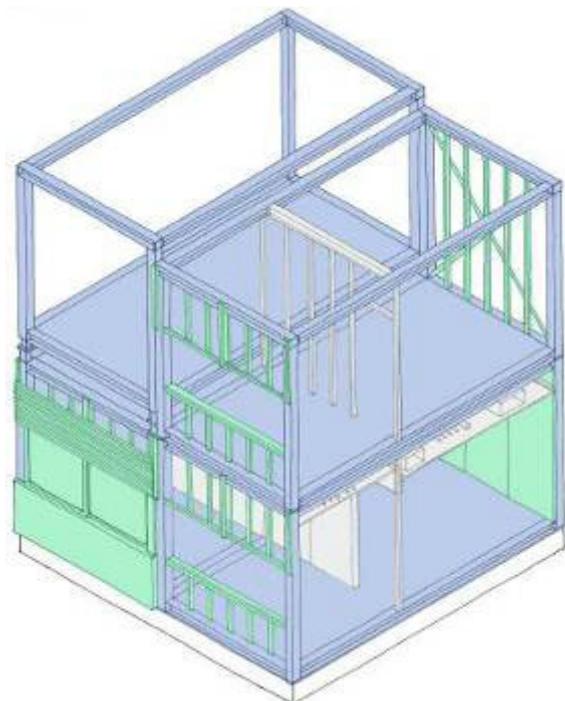
8.06 Sistema de estructura de módulos metálicos de medidas abiertas y componentes.

Es el más indicado para industrializar escuelas, con una maquinaria avanzada, y un montaje sencillo. Pero tiene 2 puntos críticos: la dependencia de una única industria y los trabajos manuales de la fabricación.



8.10 Sistema de pórticos, placas de forjado y paneles de hormigón prefabricado.

Es un sistema con un tejido industrial importante, con fábricas y oficinas consolidadas no monopolizadas. Pero tiene componentes y uniones con bajas prestaciones, y difícilmente desmontables.



Catalogación de las escuelas más significativas



9.01 Escola Can Clos



9.02 Escola Víctor Català



9.03 Escola Montserratina



9.04 Escola Can Roca



9.05 Escola Vora el Mar



9.06 Escola Garigot



9.07 Escola Llibertat



9.08 Escola Pau Casals



9.09 Escola Can Cabanes



9.10 Escola Ca n'Alzamora



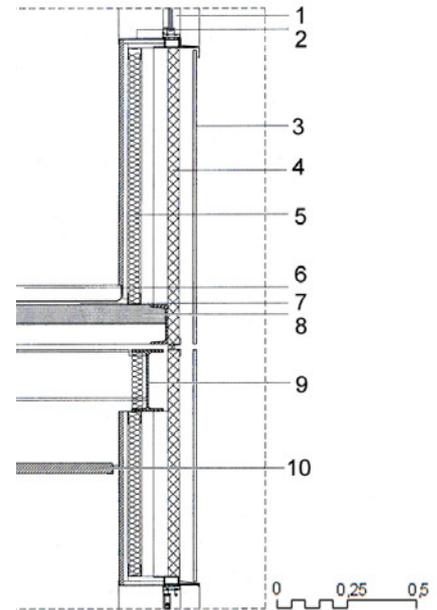
9.01 Escola Àngels Alemany



9.01 Escola Vinya del Sastret

9.06 Escuela Garigot

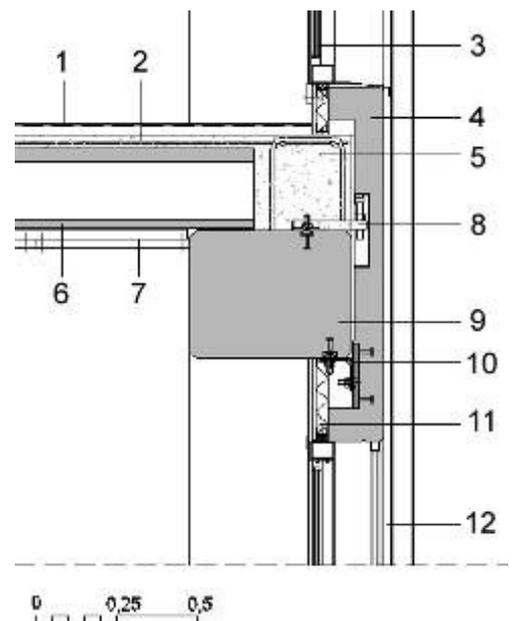
La escuela Garigot de Castelldefels se construyó el 2005 en 8 meses. Es un proyecto de E.Gascón y J.Roig (TAC Arquitectos). Una cuarentena de escuelas más se han industrializado en Catalunya de forma similar desde 2000, como otros en Andalucía, Asturias y Valencia.



01. Carpintería de aluminio.
02. Antepecho de ventana de HPL de trespa.
03. Panel Trespa HPL de 1 cm con fijación vista.
04. Panel sándwich de fachada de 4 cm de espesor con aislamiento de poliuretano.
05. Trasdoso de estructura metálica y placas de yeso laminado.
06. Zócalo vinílico.
07. Pavimento vinílico.
08. Forjado mixto de 6 cm de canto.
09. Perfil IPN 180.
10. Panel acústico de fibras de madera y cemento de 35 mm de espesor sobre perfiles ocultos.

9.06 Escuela Ca n'Alzamora

La escuela Ca n'Alzamora de Rubí se construyó en 2005 con 8 meses. Es un proyecto de F.J. Bordes. Desde el año 2000, un centenar de edificios educativos han sido construidos mediante esta tecnología en Catalunya.

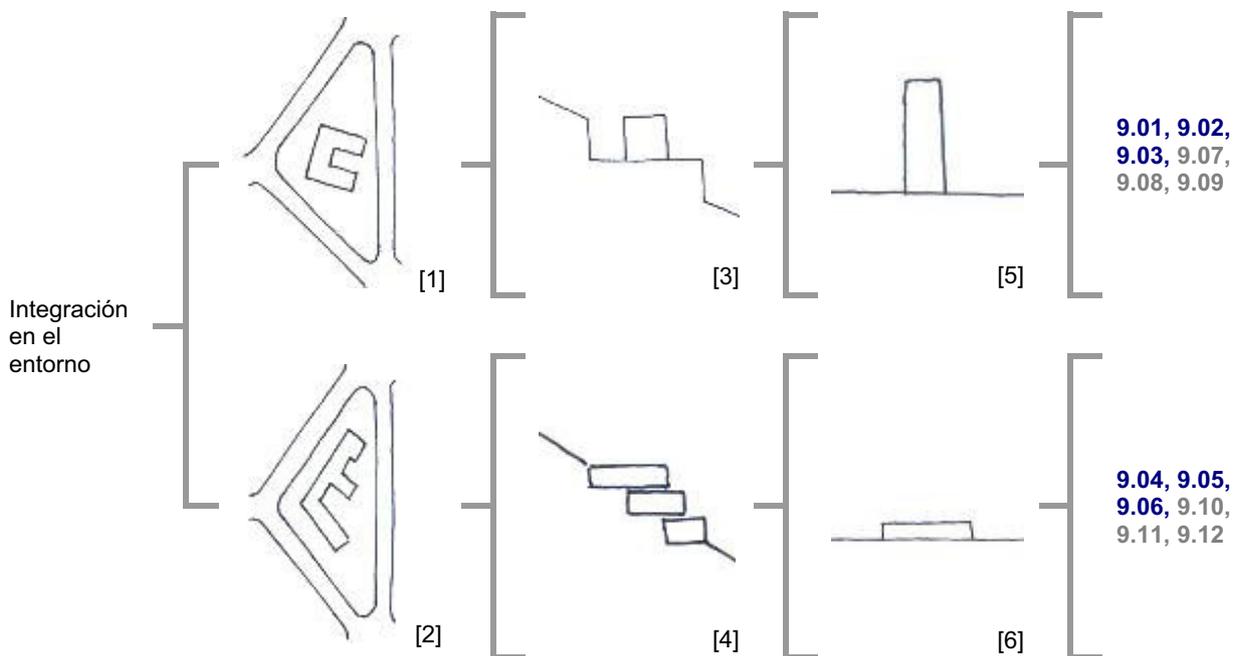


1. Pavimento de PVC encima de la capa de hormigón de nivelación.
2. Capa de compresión de 5 cm.
3. Carpintería de aluminio.
4. Panel prefabricado de hormigón armado macizo de 10 cm de espesor.
5. Parte superior de la jácena con hormigón vertido in situ.
6. Placa alveolar de hormigón pretensado de 20 cm de canto.
7. Falso techo trasdosado de placas de fibras.
8. Anclaje portante de acero del panel de fachada.
9. Jácena prefabricada de hormigón de 40 x 50 cm.
10. Anclaje estabilizador de acero del panel de fachada.
11. Trasdoso de entramado metálico y placas de yeso laminado.
12. Lamas verticales de aluminio para protección solar.

Conclusiones parciales

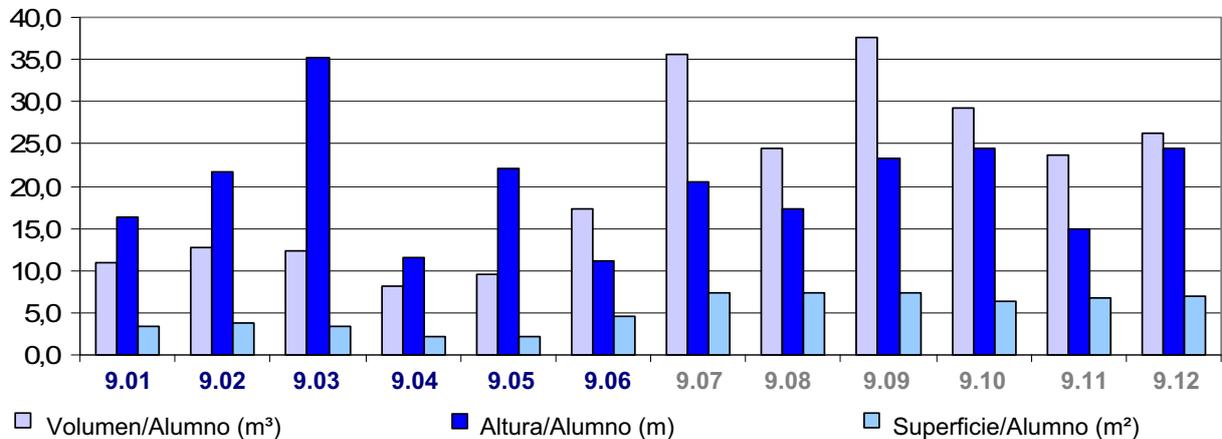
Ha habido una evolución positiva en la calidad de la arquitectura escolar desde 1970 a 2008:

- En el primer período los edificios se situaban en el lugar sin criterio.
- En el segundo período había una gran sensibilidad para integrarlos en el entorno urbano y paisajístico y en el contexto social.
- En el segundo período se proyectaron las escuelas más eficientes energéticamente.



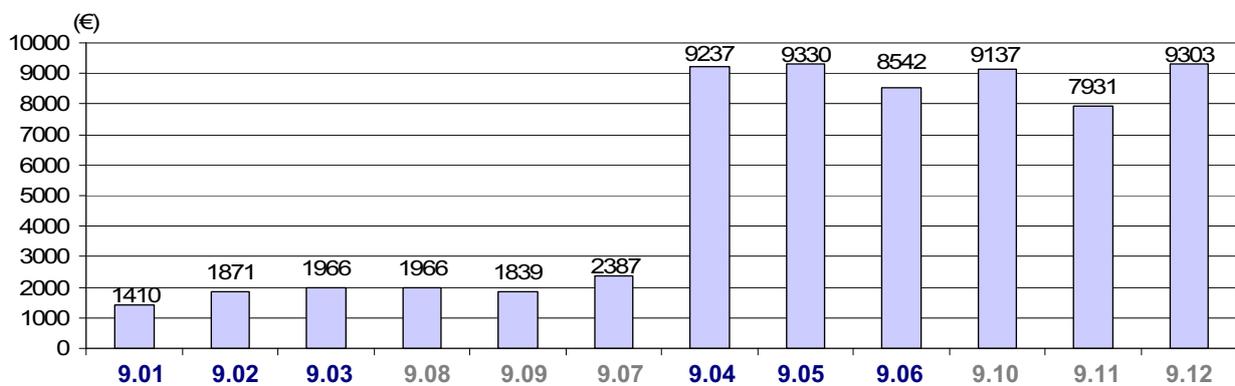
Conclusiones parciales

Se ha evolucionado de los edificios compactos de mínimos de la primera etapa a los edificios extensos de máximos de la segunda etapa.

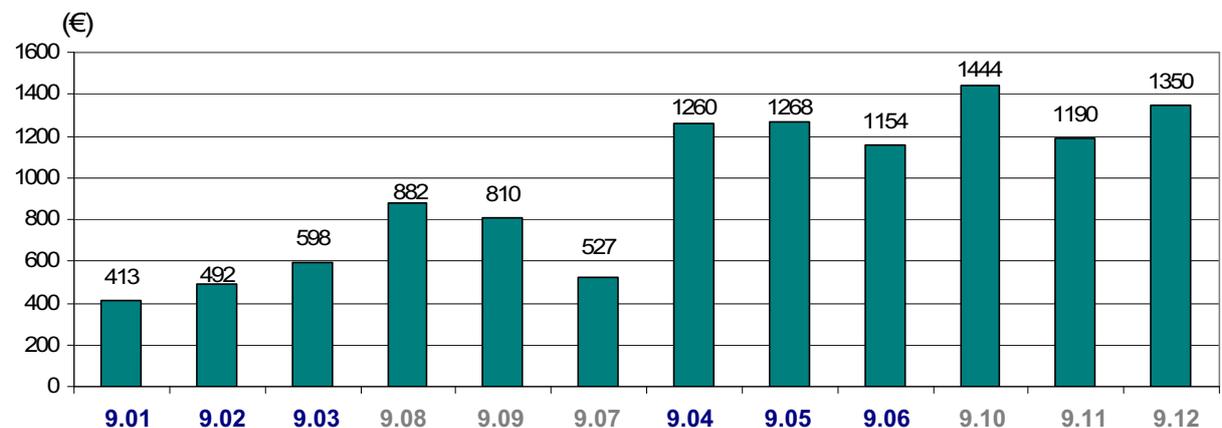


Gráfica comparando el volumen, la altura y la superficie por alumno de cada escuela.

Las escuelas prefabricadas de la primera etapa eran más baratas que las no industrializadas. En cambio, las escuelas prefabricadas de la segunda etapa eran más caras que las no industrializadas, pero tenían una relación mejor entre plazos, coste y prestaciones.



Coste por alumno (€ / alumno) de cada escuela.



Coste por superficie (€ / m²) de cada escuela.

Conclusiones finales

1- La metodología de estudio de esta tesis ha sido satisfactoria para cumplir los objetivos marcados y además podría utilizarse en otros estudios posteriores:

- Otros centros docentes prefabricados en nuestro país: centros de secundaria...
- Otras tipologías arquitectónicas prefabricadas: centros sanitarios, viviendas...

2- Los centros docentes son una tipología edificatoria idónea para prefabricar.

3- La evolución de la arquitectura escolar prefabricada ha sido positiva pero errática, como también la de las tecnologías con las cuales se ha construido esta.

- En el futuro se seguirán alternando fases de mayor y menor construcción prefabricada de centros escolares, porque su evolución depende de gran cantidad de factores, los cuales tienen evoluciones cíclicas y difíciles de controlar de forma coordinada: situación económica; disponibilidad de mano de obra; necesidad de plazas escolares...
- Será difícil la formación de un "saber hacer arquitectura escolar prefabricada".

4- La construcción prefabricada que se ha utilizado en estos centros docentes es una tecnología atractiva que aún está en vías de desarrollo.

- Tiene un planteamiento teórico muy acertado desde el proceso de proyecto, pasando por los procesos de fabricación y montaje y hasta el proceso de deconstrucción.



- En la práctica tiene puntos débiles que deberían mejorarse: no se cumplen las prestaciones teóricas, tiene características propias exigentes, depende de las reglas de un mundo empresarial débil y poco diversificado con industrias que han sido ajenas a las experiencias anteriores y no han generado tecnología propia.